

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-156381

(P2001-156381A)

(43) 公開日 平成13年6月8日 (2001.6.8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 S 5/022		H 0 1 S 5/022	2 H 0 3 7
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	5 F 0 4 1
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	M 5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平11-340339

(22) 出願日 平成11年11月30日 (1999. 11. 30)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72) 発明者 瀬戸口 勝秀

京都府相楽郡精華町光台3丁目5番地 京セラ株式会社中央研究所内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA01 DA12 DA38

5F041 AA33 AA47 DA03 DA06 DA83

EE02 EE08

5F073 BA02 EA14 FA02 FA07 FA13

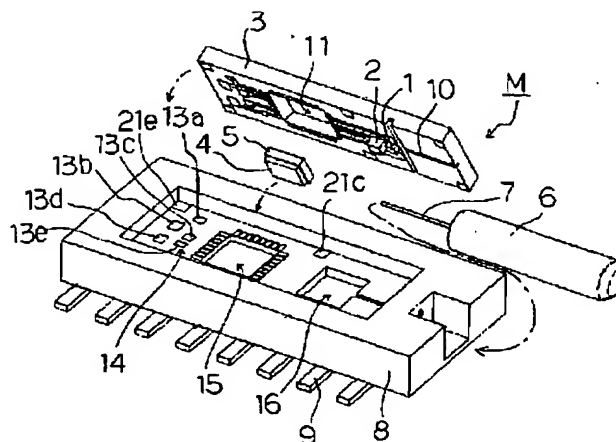
FA16 FA18 FA24 FA29

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 実装基板と同程度の小型化が図れ、しかも長期信頼性や高速性に優れた光モジュールを提供すること。

【解決手段】 一主面側に光半導体素子2と該光半導体素子2に光接続される光導波体7とが配設された第1の基体3と、一主面側に光半導体素子2を駆動するための駆動回路4が配設され第1の基体3より熱伝導率が小さい第2の基体5と、駆動回路4に通電するための外部導体9が形成され第2の基体5より熱伝導率が大い第3の基体8とを備え、第1の基体3の一主面側に第2の基体5の他主面側を收容し、第3の基体8に第2の基体5の一主面側を收容するようにして、第1の基体3と第2の基体5と第3の基体8とを一体的に接合して成る光モジュールMとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 一主面側に光半導体素子、該光半導体素子に光接続される光導波体、及び凹部が配設された第1の基体と、一主面側に前記光半導体素子を駆動するための駆動回路が配設され前記第1の基体より熱伝導率が小さい第2の基体と、前記駆動回路に通電するための外部導体及び凹部が設けられ前記第2の基体より熱伝導率が大きい第3の基体とを備え、前記第1の基体の凹部に前記第2の基体の他主面側を収容し、前記第3の基体の凹部に前記第2の基体の一主面側を収容するように、前記第1の基体と前記第2の基体と前記第3の基体とを一体的に接合して成る光モジュール。

【請求項2】 前記第1の基体がシリコン単結晶基板で、且つ前記第2の基体がガラス基板であることを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。

【請求項3】 前記第3の基体がセラミック多層基板であることを特徴とする前記請求項1乃至2に記載の光モジュール

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば光ファイバ通信や光インターコネクションといった光伝送の送受信に使用される光モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光信号の送受信に使用される光モジュールにおいては、その安定動作を確保するために、光素子や電子回路の発熱による温度上昇を抑制して光素子の温度を低温かつ一定に保つ必要がある。例えば、図4に示す光モジュールJでは、パッケージ51内に半導体レーザ52が搭載された基板53及び駆動回路54が搭載された基板55が実装され、光ファイバ56がレンズ57を介して半導体レーザ52に光結合されている。半導体レーザ52は、基板53に作製された電極58、59やボンディングワイヤ60を介して基板55に搭載された駆動回路54とで電気接続され駆動される（特開平10-28237号公報を参照）。

【0003】上記駆動回路は、半導体レーザを駆動、制御するための電流が生じるので高温になり発熱する。半導体レーザも同様に電流が注入され光が出力されると発熱する。半導体レーザのみがパッケージングされたレーザモジュールにおいては半導体レーザの発熱はさほど問題とはならない。

【0004】ところが、駆動回路が半導体レーザと同一パッケージに実装されると、駆動回路の発熱が半導体レーザをさらに発熱させ、発振波長の変化や光出力の低下を誘発し、半導体レーザが故障する原因となる。光モジュールJでは、この問題を解決するために半導体レーザと駆動回路が搭載される基板を別にしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記光

モジュールのような構造では、光半導体素子が搭載された基板と、駆動回路が搭載された基板とが同一パッケージ内に離れて実装されているが、駆動回路で発生した熱や光半導体素子で発生した熱がパッケージに伝達される。この時、熱抵抗の大きい材質で作製されたパッケージを用いると、光半導体素子や駆動回路の熱が効率よく放熱できず、安定した動作が得られないばかりか、温度上昇により破壊するといった深刻な問題を引き起こす。

【0006】また、熱抵抗の小さい材質で作製されたパッケージを用いると、駆動回路で発生した熱が光半導体素子へ、光半導体素子で発生した熱が駆動回路へと伝達し、同様にそれぞれの温度上昇を引き起こす恐れがある。これは、パッケージが低温雰囲気で使用されるのであれば比較的緩和されるが、高温雰囲気で使用されると問題となる。

【0007】また、光モジュールJでは、光半導体素子と駆動回路とを離して実装しなくてはならないため、電気配線が長尺となり光半導体素子の高速度動作は困難である。また、モジュール自体の小型化も期待できない。

【0008】さらに、光半導体素子と光ファイバが各々異なった基体に搭載されているため、光結合特性が温度変化に伴う基体の熱膨張差により変動するといった問題もある。

【0009】そこで、本発明は、簡便な構成で上述した放熱の問題を極力防止できるだけでなく、光ファイバと光半導体素子との光接続を正確に行うことができる上に、実装基板と同程度の小型化が図れ、しかも長期信頼性や高速性に優れた光モジュールを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の光モジュールは、一主面側に光半導体素子、該光半導体素子に光接続される光導波体、及び凹部が配設された第1の基体と、一主面側に光半導体素子を駆動するための駆動回路が配設され第1の基体より熱伝導率が小さい第2の基体と、駆動回路に通電するための外部導体及び凹部が設けられ第2の基体より熱伝導率が大きい第3の基体とを備え、第1の基体の凹部に第2の基体の他主面側を収容し、第3の基体の凹部に第2の基体の一主面側を収容するように、第1の基体と第2の基体と第3の基体とを一体的に接合して成る。

【0011】また、第1の基体がシリコン単結晶基板で、且つ第2の基体がガラス基板であることを特徴とする。

【0012】また、特に第1の基体が異方性エッチングが可能で熱伝導性が良好な材料から構成されるとよく、光導波体を固定するための溝が異方性エッチングにより精巧に形成されると光導波体の正確な固定を行うことができる。さらに、特に第2の基体には、石英等の熱伝導率の非常に低い材質を主原料とするといよい。

【0013】また、第3の基体にアルミナや窒化アルミニウム等のセラミックを主原料とした、セラミック多層基板とするとよい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について図面に基づき詳細に説明する。

【0015】図1に本発明に係わる光モジュールMの分解斜視図を模式的に示す。図2に第1の基体の詳細な斜視図を、図3に光モジュールMのほぼ光軸を通る断面図をそれぞれ模式的に示す。

【0016】光モジュールMは、異方性エッチングが可能なシリコン単結晶（熱伝導率：約 $168\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ）等からなる第1の基体3と熱伝導率の小さいガラス（石英ガラス（熱伝導率：約 $1.4\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ）、ソーダガラス（熱伝導率： $0.55\sim 0.75\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ）、鉛ガラス（熱伝導率：約 $0.6\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ）、パイレックスガラス（熱伝導率：約 $1.1\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ））等からなり後記する駆動回路が配設された第2の基体5と、これより熱伝導率が大きく内部配線を備えた多層セラミック（アルミナ（熱伝導率：約 $20\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ）、窒化アルミニウム（熱伝導率：約 $150\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ））からなる第3の基体8とから主に構成されている。

【0017】そして、後記するように、第1の基体3の一主面側の凹部に、第2の基体5の他主面側（駆動回路の配設されていない側）を収容し、第3の基体8に第2の基体5の一主面側（駆動回路配設側）を収容するように、第1の基体3と第2の基体5と第3の基体8とを一体的に接合している。

【0018】第1の基体3の下面（一主面）側には、少なくとも光半導体素子である半導体レーザ等の発光素子1と、この発光素子1に光接続される光導波体である光ファイバ7を設けている。また、第2の基体5には、発光素子1を駆動させるための駆動回路IC4が設けられている。また、第3の基体8の下面（一主面）側には、対称的に複数本からなる外部導体であるリード9が設けられ、このリード9の特定のものが第3の基体8内の内部配線に接続されている。

【0019】また、第1の基体3の下面には、フォトダイオード等のモニター用の受光素子2が発光素子1の近傍に配設されており、発光素子1の後方側からの出射光をモニターして駆動回路IC4に帰還をかけ発光素子1の発光強度を制御している。そして、発光素子1の前方側には、異方性エッチング等により精巧にV溝10が形成されており、このV溝10に光ファイバ7を搭載するようにしている。

【0020】また、第1の基体3の下面には、発光素子1の通電用の導体パターン（電気配線）16a、16bと受光素子2の通電用の導体パターン（電気配線）17a、17bや、駆動回路IC4と電気接続を行う導体パターン（電気配線）、第3の基体8と電気接続を行う導

体パターン（電極パッド）12a、12b、12c、12d、12eが形成されており、これら導体パターンは電気信号の送受を行うために、薄膜作製プロセス等によりAu（金）メタライズが施されている。

【0021】発光素子1は、導体パターン16a上でV溝10に対し正確な位置にパッシブアライメントされ、導体パターン16a上に予め形成されたAuSn合金等からなるはんだを溶融することで実装される。また、同様にして受光素子2も導体パターン17a上で実装固定される。さらに、各光素子（光半導体素子）は、例えば $\phi 25\mu\text{m}$ 程度のAuワイヤ等のボンディングワイヤにより、各光素子のチップ上面電極と導体パターン16b、17bとがそれぞれ接続される。

【0022】第1の基体3には、異方性エッチング等により精巧に作製された凹部11が形成されている。石英ガラス等の熱伝導率が $2.0\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$ 以下の小さい材質で形成された第2の基体5は、GaAs等の基板に集積作製された駆動回路IC4がはんだもしくは接着剤等で搭載されている。そして、第2の基体5の一主面側は第1の基体3の凹部11に、はんだやエポキシ樹脂等の接着剤で収容固定される。

【0023】また、第1の基体3上面（一主面）には、各光素子と駆動回路IC4とで電気接続をおこなうための導体パターンが凹部11の周辺に形成されており、Auワイヤ等のボンディングワイヤにより駆動回路IC4と各導体パターンとが接続されている。

【0024】発光素子1と光接続される光ファイバ7は、例えば $\phi 125\mu\text{m}$ 程度の石英系のシングルモード光ファイバが適用され、その一部外周には、不図示の外部光コネクタと光接続を行うためのジルコニア等で精密成形された、 $\phi 1.25\text{ mm}$ 長さ 6 mm 程度のセラミック製フェルール6が装着され、これにより支持固定される光ファイバスタブとなっている。

【0025】第3の基体8には、リード9に接続される導体パターン13a、13b、13c、13d、13eが設けられた凹部14が形成されており、第1の基体3の導体パターン12a、12b、12c、12d、12eと下部基体13a、13b、13c、13d、13eとが接続されるように、凹部14内に第1の基体3の下面側が正確に収容される。

【0026】第3の基体8は、電極や内部配線となる導体パターンが形成され、アルミナや窒化アルミニウムを主原料とした、セラミックの薄膜シートを積層して作製された、セラミック多層基板等で構成されたものであり、第1の基体3の導体パターン12a、12b、12c、12d、12eと接合するために、浅い凹部14に例えばAuメタライズが施され、例えばPbSn合金から成るはんだ等の接合材が予め設けられている。

【0027】第3の基体8には、リード9a、9b、9cと電氣的接合された内部配線18a、18b、18c

が形成されており、第1の基体3に形成された導体パターンにはんだ19a、19b、19cで電気接続される。また、第1の基体3を支持するために第1の基体3にAuメタライズされた接合パッド20a、20b、20c、20d、20e、20fと、第3の基体8にAuメタライズで形成された接合パッド(21a)、(21b)、(21c)、(21d)、(21e)、(21f)とが、接合パッド(21a)、(21b)、(21c)、(21d)、(21e)、(21f)に予め作製されたPbSn合金からなるはんだ等の接合材(22a)、(22b)、(22c)、(22d)、(22e)、(22f)により正確な位置に接合固定される。この接合固定は、特にはんだを用いることにより、溶融したはんだの自己整合により効果的に行うことができる。なお、上記()内の符号は図示されていないが、それぞれ接合パッド20a~20fに対応させて記している。

【0028】また、第3の基体8には、第2の基体5に搭載され第1の基体3に固定収容された駆動回路IC4が収容されるように深い凹部15が形成され、第1の基体3の熱伝導率より大きい熱伝導率の樹脂(高熱伝導エポキシ樹脂(熱伝導率:約 $1.0\text{ Wm}^{-1}\text{ K}^{-1}$))で充填される。この樹脂は、エポキシ等の樹脂に熱伝導率にすぐれた材質を混在させて使用する。

【0029】このように、駆動回路IC4が第3の基体8の凹部15内に収容されることにより光半導体素子と隔離されているので、駆動回路IC4と光半導体素子とを近接配置が可能となり、従来のように電気配線を長くすることがなく、光半導体素子の高速動作を行うことが可能になる。さらに、第3の基体8に形成された凹部16でもって光半導体素子を収容しているので、この効果はより顕著となる。

【0030】また、特に第3の基体8の主構成材料として窒化アルミニウムを使用すれば、駆動回路IC4で生じた熱が熱伝導率に優れた樹脂を介し第3の基体8に放熱される。一方、第2の基体5は熱伝導率が小さい材質であるため、駆動回路IC4の熱は、第1の基体3には伝達しにくく、第1の基体3上に搭載された光半導体素子1、2には影響を与えにくい。また、光半導体素子1、2で生じた熱は、駆動回路IC4には伝達せずに、第1の基体3の基板上面で放熱されることにより特性劣化の生じにくい構成となっている。

【0031】かくして、光半導体素子で生じた熱が内部にこもることがなく、放熱性が良好な信頼性の高い光モジュールとすることができる。また、第3の基体8の凹

部14内に第2の基体5、第1の基体3を収容し、各基体を一体的に接合しているため、光ファイバと光半導体素子との光接続を正確に行うことができる上に、従来の実装基板と同程度の小型化を図ることができる。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光モジュールによれば、一主面側に光半導体素子、該光半導体素子に光接続される光導波体、及び凹部が配設された第1の基体と、一主面側に前記光半導体素子を駆動するための駆動回路が配設され第1の基体より熱伝導率が小さい第2の基体と、駆動回路に通電するための外部導体及び凹部が設けられ第2の基体より熱伝導率が大きい第3の基体とを備え、第1の基体の凹部に第2の基体の他主面側を収容し、第3の基体の凹部に第2の基体の一主面側を収容するように、第1の基体と第2の基体と第3の基体とを一体的に接合して成るので、光半導体素子で発生した熱を駆動回路に、また、駆動回路で発生した熱を光半導体素子に伝達させることがなく、放熱性に非常に優れた特性劣化のない信頼性の高い光モジュールを提供できる。

【0033】さらに、光ファイバと光半導体素子との光接続を正確に行うことができ、しかも高速度動作及び小型化が可能な優れた光モジュールを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光モジュールの実施形態を模式的に説明するための分解斜視図である。

【図2】図1における第1の基体3を模式的に説明するための斜視図である。

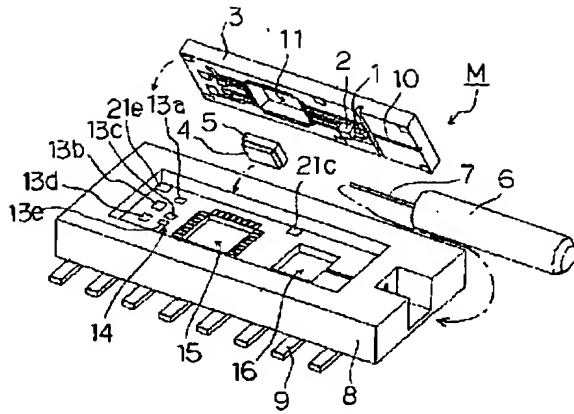
【図3】本発明に係る光モジュールの実施形態を模式的に説明するための断面図である。

【図4】従来の光モジュールを説明するための斜視図である。

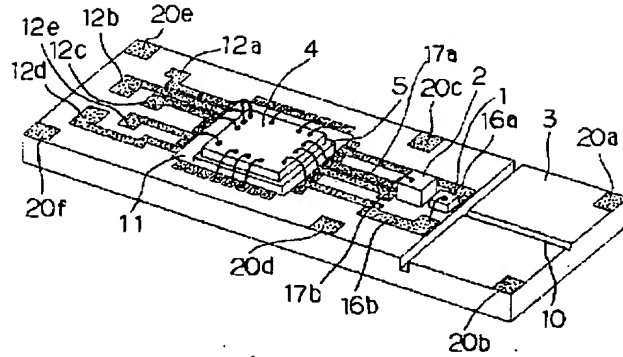
【符号の説明】

- 1: 発光素子(光半導体素子)
- 2: 受光素子(光半導体素子)
- 3: 第1の基体
- 4: 駆動回路
- 5: 第2の基体
- 7: 光ファイバ(光導波体)
- 8: 第3の基体
- 9: リード(外部導体)
- 10: V溝
- 11, 14, 15, 16: 凹部
- M: 光モジュール

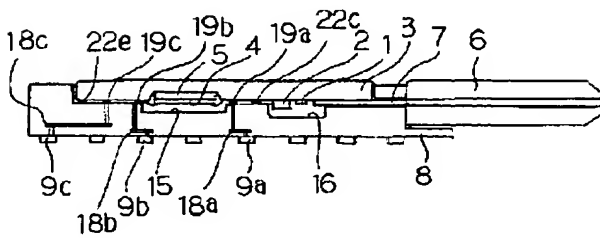
【図1】



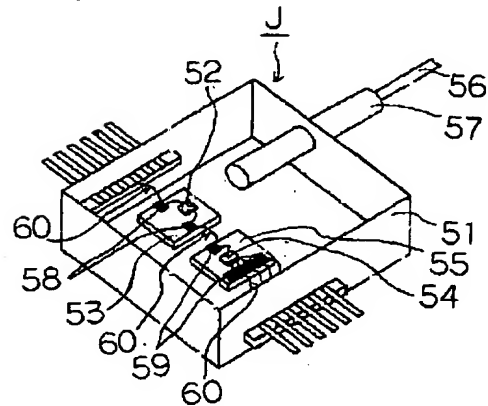
【図2】



【図3】



【図4】



THIS PAGE BLANK (USPTO)